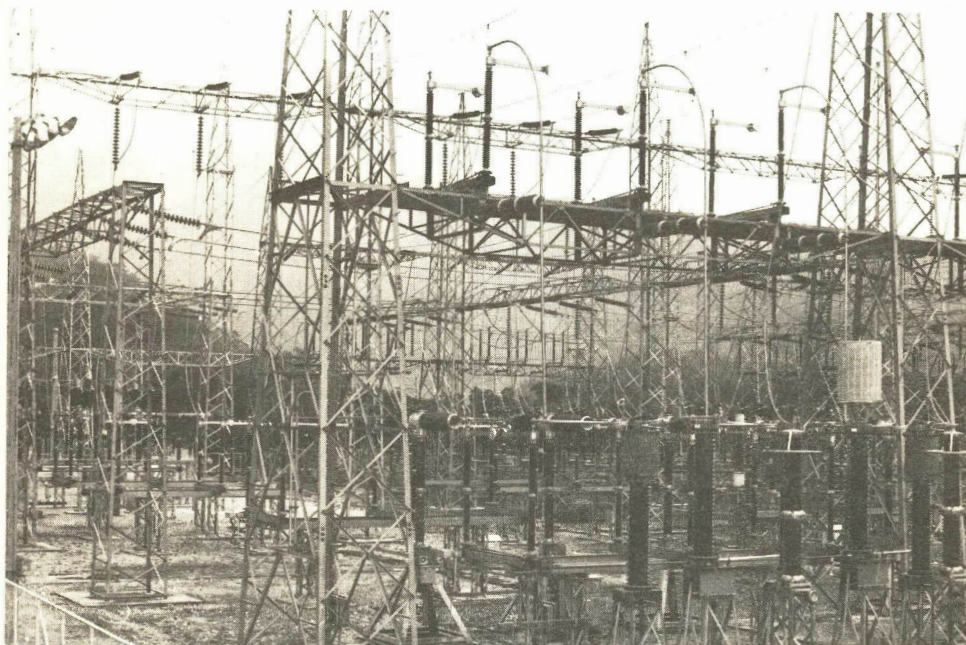


PROYECTO ELECTRICO

Operación de Subestaciones de energía



BLOQUE MODULAR:

OPERACION DE SUBESTACIONES DE ENERGIA

1

Módulo instruccional:

CUADROS DE MANDO MEDIDA Y CONTROL

9



Empresas Públicas de Medellín

ELABORACION DEL MATERIAL:

Ing. HUMBERTO JARAMILLO T. — Instructor SENA —
Regional Antioquia — Chocó.

COLABORACION TECNICA

Ing. RAFAEL PEREZ C., Jefe Departamento Transmisión
y Transformación de Empresas Públicas de Medellín.

Ingos. Departamento Transmisión y Transformación de
E. P. M.

Dr. MARIO LOPEZ V., Jefe Departamento Capacitación y
Desarrollo E.P.M.

COORDINACION — SENA
Regional Antioquia — Chocó

Ing. ALIRIA BARRERA P. — Asesor de Empresas

COORDINACION DISEÑO TECNICO
PEDAGOGICO

Ing. HUMBERTO VENEGAS T. Asesor de Empresas
SENA — Regional Bogotá.

Derechos Reservados al

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE — SENA

Medellín, Colombia 1987

CUADROS DE MANDO MEDIDA Y CONTROL

UNIDAD INSTRUCCIONAL 9

UNIDAD 1

C O N T E N I D O

INTRODUCCION

OBJETIVOS

CONCEPTOS GENERALES

I. CLASIFICACION DE LOS CUADROS DE DISTRIBUCION Y MANDO

A. Cuadros de Mando Directo

B. Cuadros de Mando a Distancia por medios mecánicos

C. Cuadros de manos a distancia por medios eléctricos

II. DISPOSICION DE LOS PUESTOS DE MANDO

A. Tablero de mando

B. Paneles de relés y medida

C. Gabinetes de 13.2 Kv.

BIBLIOGRAFIA

RESUMEN

I N T R O D U C C I O N

El servicio de las instalaciones eléctricas de transformación y de distribución debe estar siempre asegurado. Con éste objeto se reúnen los dispositivos de maniobra, los aparatos de medida y los de protección y los mandos de los interruptores ya sean estos accionados a mano o a distancia en páneles o cuadros de mando, que permiten el accionamiento y la vigilancia de los elementos que constituyen la instalación.

En las instalaciones de pequeña potencia y bajas tensiones, el equipo principal de aparatos de mando y maniobra se monta junto a los aparatos que deben accionar, es decir, a los propios cuadros de distribución. En las grandes instalaciones, los aparatos de mando, maniobra y medida no pueden montarse directamente sobre los cuadros de distribución, por razones técnicas y de seguridad personal. Lo que se hace en estos casos, es mandar a distancia los aparatos de corte, desde un puesto de mando central. Con este objetivo, se llevan líneas de seccionamiento desde los aparatos de corte y líneas de medida desde los aparatos de medida, hasta el punto de mando donde, mediante un esquema piloto o, en otros casos, mediante las indicaciones de los aparatos de medida y vigilancia, los operadores de la estación pueden juzgar que operaciones deben realizarse en cada caso particular. También están instalados en el puesto de mando, los relés de protección de los aparatos instalados a la interperie y, en muchos casos también, los dispositivos de protección de los aparatos y elementos instalados en el interior de la estación.

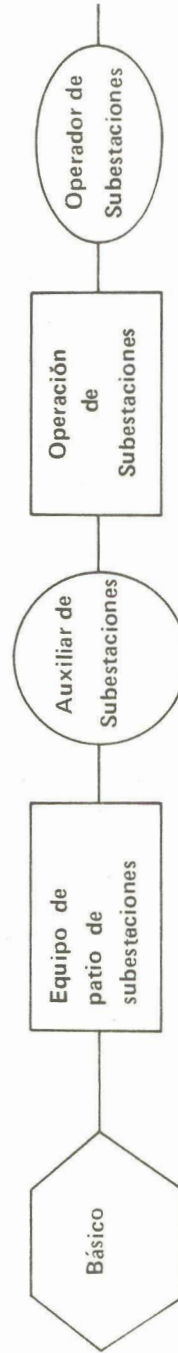
Por lo general estos cuadros pueden emplear como materiales chapa de acero, mármol, pizarra, baquelita, resina sintética y otros materiales incombustibles indeformables por el calor (hasta 150o. centígrados) e inalterables por los agentes atmosféricos.

O B J E T I V O S

Con el estudio de la presente unidad el alumno estará en condiciones de :

- Comprender la clasificación de los cuadros de distribución y mandos ubicados en una subestación.
- Diferenciar las disposiciones de los puestos de mando y los módulos contenidos en cada uno de ellos.
- Analizar los páneles o pupitres de control y gabinetes; elementos de control y protección involucrados en los mismos.

OPERACION DE SUBESTACIONES DE ENERGIA



I. CLASIFICACION DE LOS CUADROS DE DISTRIBUCION Y MANDO

Los podemos clasificar de la siguiente forma:

- A. Cuadros de mando directo
- B. Cuadros de mando a distancia por medios mecánicos
- C. Cuadros de mando a distancia por medios eléctricos

A. Cuadros de mando directo

Estos cuadros se utilizan en instalaciones de pequeña importancia donde resulte fundamental el bajo costo y donde solamente son necesarios pocos pánels. Se instalan para maniobra de líneas de entrada, generadores, alimentadores, distribución de alumbrado y de fuerza motriz, suministro de corriente de mando y equipos de carga de baterías de acumuladores. Se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- 1. Cuadros con la parte frontal bajo tensión.
- 2. Cuadros con la parte frontal sin tensión
- 3. Cuadro con unidades acoplables.

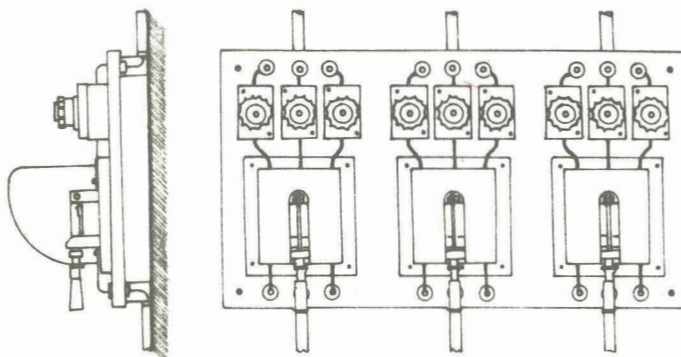


FIG. 1 — Cuadro de mando directo con la parte frontal bajo tensión. Comprende 3 interruptores tripolares y 9 fusibles cortacircuitos de cartucho.

1. Cuadros con la parte frontal bajo tensión

Llevar montados los aparatos de corte directamente en la parte frontal de los pánels. Su aplicación está limitada a 250 V para corriente continua y 500 V para corriente alterna. Véase Figura 1 (cuadro de distribución para corriente alterna constituido por 3 interruptores tripolares y 9 fusibles corto-circuitos de cartucho).

2. Los cuadros con la parte frontal sin tensión:

Llevar montados los aparatos de corte detrás de los pánels, limitándose su aplicación a unos 600 V en corriente continua y a unos 2500 V en corriente alterna. Existen muchos tipos que difieren en el grado de protección o envoltura de las partes conductoras de co-

riente. Todos ellos se maniobran desde la parte frontal, sin peligro para el operador y, en muchos casos, están provistos de dispositivos de enclavamientos que impiden el acceso a las partes bajo tensión. En la figura 2 se ha representado un cuadro de éste tipo, montado en el interior de un armario y con los dispositivos de maniobra y de medida situados en la tapa; está constituido por un interruptor tripolar, barras de distribución, corto circuitos, seccionadores, cajas terminales para salidas por cables subterráneos, voltímetro con conmutador y amperímetros con transformador de intensidad.

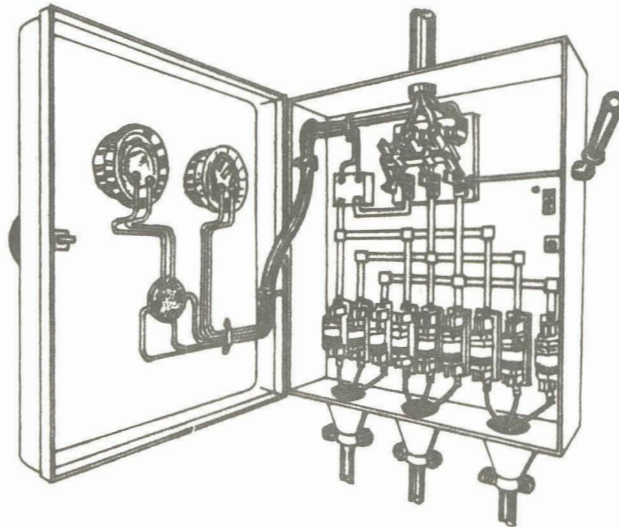


FIG. 2 — Cuadro de mando directo con la parte frontal sin tensión, montado en el interior de un armario y constituido por un interruptor tripolar de palanca con maniobra exterior, barras de distribución, cortocircuitos seccionadores, cajas terminales para salida de cables subterráneos, voltímetro con conmutador y amperímetro con transformador de intensidad.

3. Los cuadros con unidades acopladas:

Se construyen para tensiones hasta 15 Kv. y están constituidos por equipos instalados en el interior de compartimentos de chapas de acero completamente montados en fábrica. Este sistema se utiliza para instalaciones de pequeña y mediana potencia, de alumbrado, fuerza motriz y para servicios auxiliares de centrales eléctricas.

Todas las partes bajo tensión están encerradas y el equipo está provisto del enclavamiento para evitar falsas maniobras; las partes metálicas de envoltura están puestas a tierra.. Con ello se obtiene la máxima seguridad para el personal que maniobra los cuadros.

En la figura 3 se representa la vista exterior de un cuadro de distribución de unidades acoplables, provisto de disyuntor general e instrumentos de medida en la llegada, barras de distribución e interruptores para las líneas de salida; la figura 4 muestra un detalle de la parte posterior de la puerta correspondiente al panel de aparatos de medida, en el que se pueden apreciar las conexiones de estos aparatos; la figura 5 es la vista frontal exterior y la sección transversal de una parte de éste mismo cuadro.

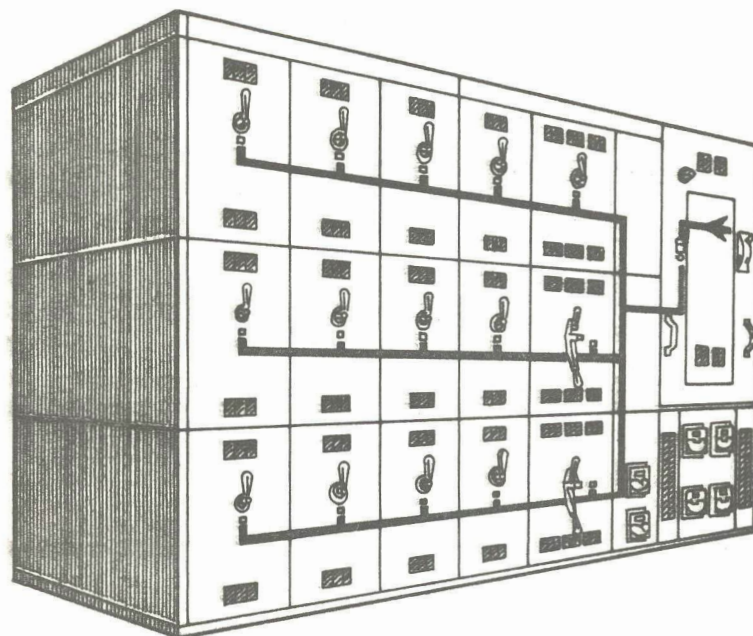


FIG. 3 — Cuadro de mando directo de unidades acopladas con la parte frontal sin tensión. Vista exterior.

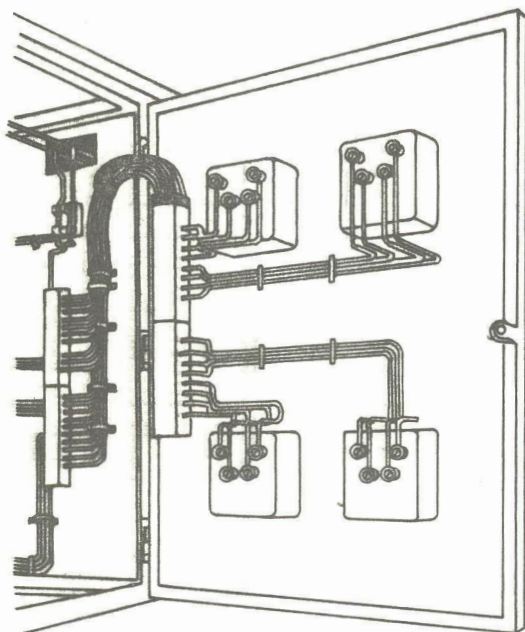


FIG. 4 — Detalle de la parte posterior de la puerta correspondiente al panel de aparatos de medida, del cuadro representado en la fig. 3.

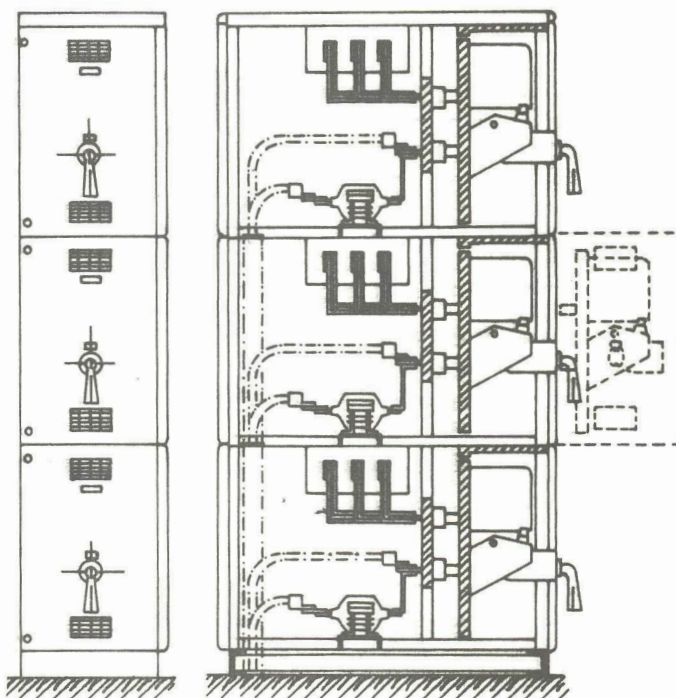


FIG. 5 — Vista frontal exterior de un panel de aparatos de corte y seccion transversal del cuadro representado en la fig. 3.

B. Cuadros de Mando a distancia por Medios Mecánicos

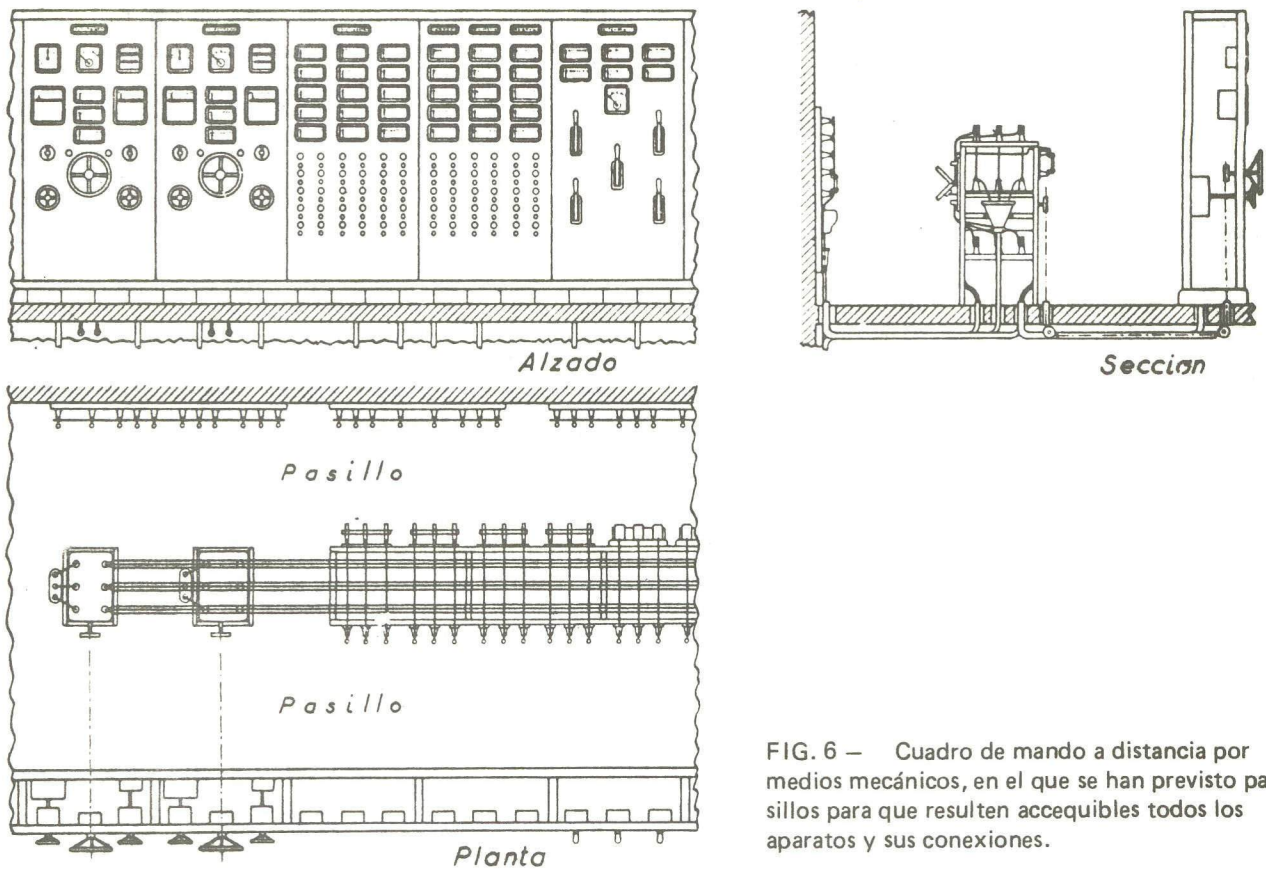


FIG. 6 — Cuadro de mando a distancia por medios mecánicos, en el que se han previsto pasillos para que resulten accesibles todos los aparatos y sus conexiones.

Estos mandos se emplean generalmente para corriente alterna. Pueden emplearse para tensiones superiores y mayores potencias que los cuadros de mando directo y, además, con mayor seguridad para el personal de servicio, ya que los aparatos de corte con sus barras y conexiones están montados aparte, separados de los cuadros. Los interruptores se maniobran por medio de un sistema de palancas, bielas y puntos de giro. Este sistema se emplea generalmente para instalaciones de potencia hasta 25.000 KVA. Como ejemplo, véase en la figura 6 un cuadro de esta clase, accionando mecánicamente a distancia y en el que se han previsto pasillos para que todos los aparatos y sus conexiones resulten accesibles al personal encargado de la vigilancia.

C Cuadros de Mando a Distancia por Medios Eléctricos

En las grandes instalaciones, la disposición de los puestos de mando y vigilancia deben permitir, en todo momento, una visibilidad lo más amplia posible del estado de servicio de toda la instalación y facilitar además, la maniobra rápida de los aparatos de corte y de los dispositivos de regulación. Por otra parte, con el empleo de elevadas tensiones para la distribución de energía eléctrica, resultaría peligroso el mando directo para la seguridad del personal.

Por éstas razones actualmente, en instalaciones de cierta importancia, se reúnen todos los aparatos de mando, medición y control en un puesto de mando central y alejado de las partes de la instalación sometidas a alta tensión. Los elementos necesarios para ello, se montan sobre

cuadros, pupitres, etc. . . Los órganos de mando, dispositivos de aviso de posiciones y aparatos de medida que requieren una observación constante por parte de los Operadores, se ordenan en un esquema sinoptico, es decir, en un esquema testigo que reproduce esquemáticamente las líneas y derivaciones de la red, con la situación de los generadores, transformadores, aparatos de corte, etc. . . y proporciona una idea exacta del estado de maniobra de la instalación. Los aparatos y dispositivos que se consideren secundarios se alojan en recintos separados y fácilmente accesibles donde puedan revisarse periódicamente por el personal.

Los esquemas sinopticos consisten en simbolos normalizados para generadores, transformadores, etc. . . así como regletas metálicas o de plástico para representar líneas.

Véase por ejemplo en la figura 7 un esquema sinóptico de estructura sencilla. De acuerdo con la estructura de la instalación de distribución se incorporan al esquema sinoptico los símbolos correspondientes a los interruptores de mando y conformación, avisadores electromagnéticos de acuse de llamada, etc.

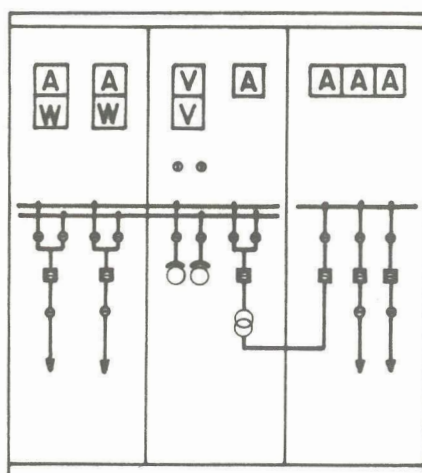


FIG. 7 — Esquema sinóptico de estructura sencilla, realizado por AEG.

Cuando la instalación es muy complicada, se utilizan esquemas luminosos en los que se representan con luces de varios colores las distintas líneas en servicio, los generadores en marcha o parados, los transformadores en servicio, los disyuntores abiertos o cerrados, etc. . .

II DISPOSICION DE LOS PUESTOS DE MANDO

Los puestos de mando pueden disponerse en forma de cuadro, figura 8, en forma de cuadro con pupitre adosado, figura 9, y en forma de cuadro con pupitre separado, figura 10. Puede apreciarse, que de las tres disposiciones, la correspondiente a la figura 10 permite mayor visibilidad de los aparatos de medida y de señalización.

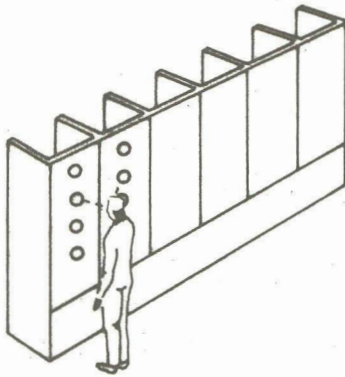


FIG. 8 — Dibujo esquemático de un puesto de mando dispuesto en forma de cuadro.

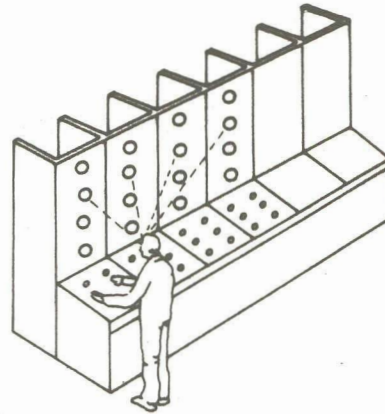


FIG. 9 — Puesto de mando dispuesto en forma de cuadro con pupitre adosado.

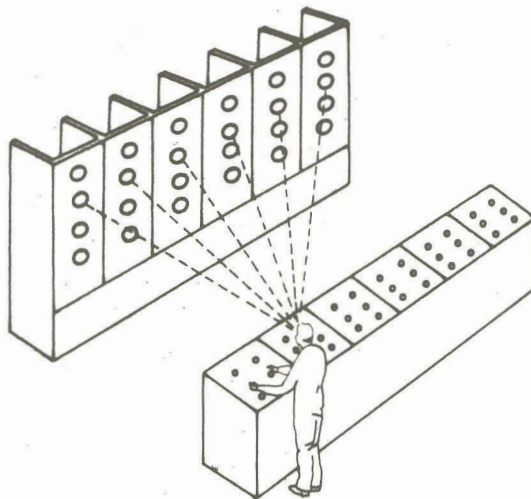


FIG. 10 — Puesto de mando dispuesto en forma de cuadro con pupitre separado.

En instalaciones de pequeña potencia basta con un cuadro de mando es decir, la disposición de la figura 8. Véase, por ejemplo, en la figura 11 un cuadro de mando típico; en la parte superior, se sitúan los aparatos de medida y en la inferior el esquema sinóptico de la instalación.

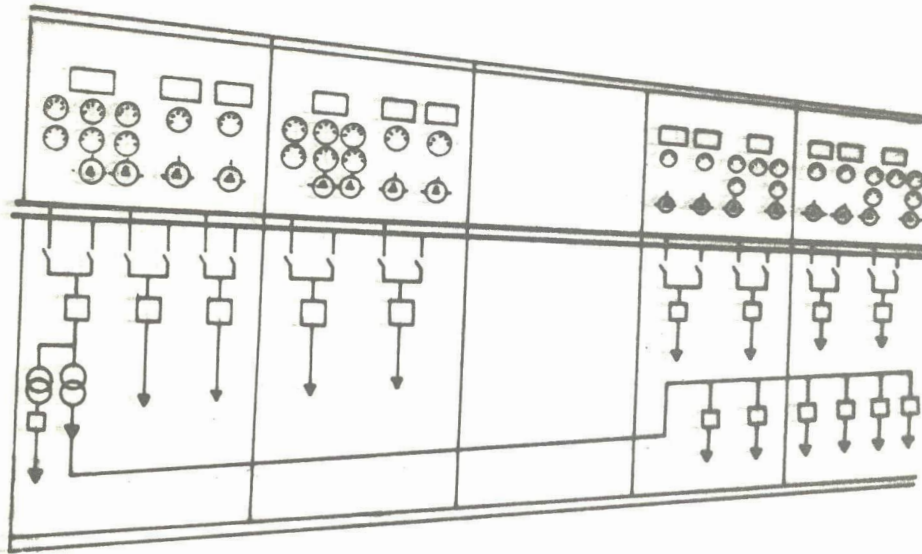


FIG. 11 — Puesto de mando dispuesto en forma de cuadro sinóptico, desarrollado por General Electric Company.

El puesto de mando con cuadro adosado, a pesar de sus desventajas, todavía se emplea en algunas instalaciones; sobre todo porque ocupa menos espacio que el cuadro con pupitre separado; la figura 12 muestra un ejemplo típico de una central o estación transformadora con pupitre adosado.

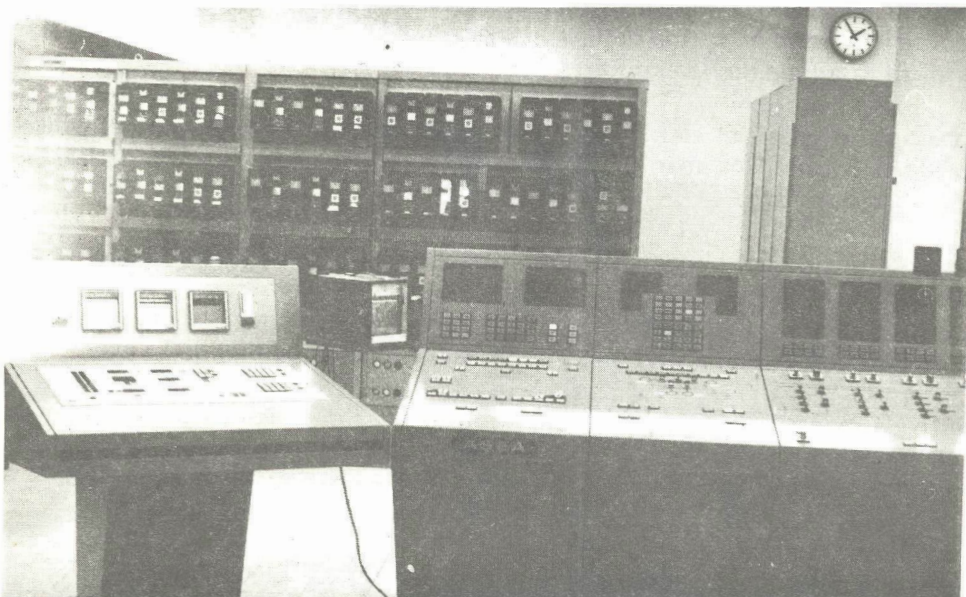


FIG. 12 — Vista parcial del puesto de mando con cuadro y pupitre

El puesto de mando con pupitre y cuadro separado es el más utilizado actualmente debido, precisamente, a la amplia visibilidad que ofrece este sistema. La figura 13 muestra un puesto de mando de una gran central eléctrica, en el que se combinan los sistemas de cuadro, pupitre adosado y pupitre separado. El pupitre debe instalarse a una distancia aproximada de 1 metro del cuadro de mando.

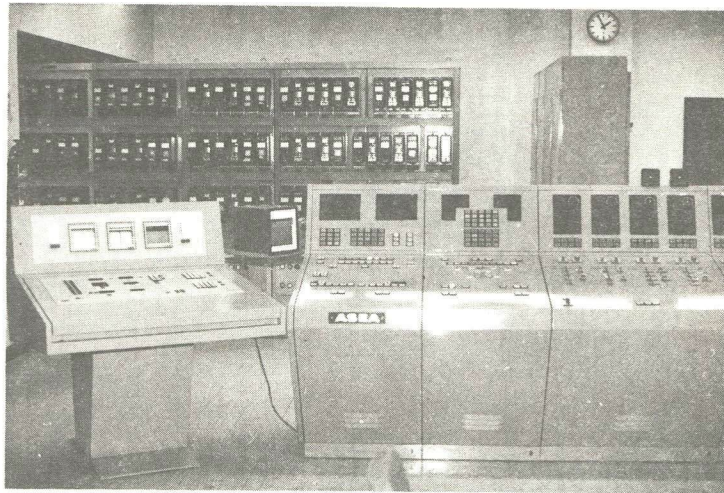


FIG. 13 — Puesto de mando con cuadro, pupitre adosado y pupitre separado, desarrollado por AEG para una central eléctrica de gran potencia.

La disposición moderna de los puestos de mando se orienta hacia la construcción de cuadros con paneles estrechos, a cuya tendencia se adaptan perfectamente los modernos aparatos de medida, con marco rectangular.

Cuando el cuadro resulta de una longitud superior a unos seis y ocho metros, no debe disponerse en un sólo plano, sino en forma de L, en forma de U o en forma semicircular para que pueda ser visible en su totalidad desde el pupitre de mando.

Los aparatos principales del cuadro de mando deben ser de tamaño grande, con escalas bien legibles desde el pupitre; los aparatos de fases se deben situar en fila para poder observar cualquier desequilibrio de carga.

Los pupitres de mando contienen, además de los interruptores de confirmación y de mando de los aparatos de corte principales de la instalación, los accionamientos para los reguladores de tensión, los interruptores y conmutadores de mando para la excitación y la variación de la velocidad, los interruptores para la sincronización y la instalación de mando.

En el puesto de mando, los equipos de sincronización se disponen en lugares bien visibles, por ejemplo en los paneles laterales. Frecuentemente estos aparatos se montan sobre brazos giratorios.

Los instrumentos registradores, relés de protección, reguladores rápidos de tensión, etc. . . se montan generalmente en paneles suplementarios, ya que no requieren vigilancia permanente; o en otros casos están equipados con señales acústicas.

En general podemos afirmar que no hay unificación o mejor una estandarización en el equipo de medida y protección que llevan los cuadros de distribución, ya que la elección de estos depende de factores como son el criterio del diseñador, el costo de la instalación, espacio, etc. Sin embargo, daremos un ejemplo que lo podemos considerar típico y afirmar que cualquier otra estación o subestación difiere muy poco de este ejemplo típico.

Tomaremos, pues, los cuadros de distribución de la subestación Zamora, existente en Empresas Públicas de Medellín y además daremos una breve función del equipo involucrado en ella.

Empezaremos haciendo una diferencia entre lo que llamaremos **páneles o pupitre de control y gabinetes**.

Llamaremos **páneles o pupitres de control** a los elementos que albergan los dispositivos de control y medida de las interconexiones; y **gabinetes**, a aquellos que contienen los equipos de 13.2 KV, que a su vez poseen el equipo de protección y medida de los mismos.

La figura 14 muestra una vista en la planta del edificio de control. En él se distinguen: el salón de gabinete de 13.2 KV, la sala de control, y los demás servicios.

En el salón de 13.2 KV, se encuentran 15 gabinetes, utilizados según se indica. En la sala de control se encuentra un tablero de mando, los páneles de relés y el equipo de medida de 13.2 Kv. Note usted la localización de los demás servicios (Transformador de servicios auxiliares, planta auxiliar, etc).

A. Tablero de Mando (observe las figuras 14 y 15).

El tablero de mando consta de 5 módulos, numerados de izquierda a derecha del 1 al 5. En él se encuentran:

- El mímico de la Subestación, con sus perillas para el accionamiento de los interruptores y seccionadores.
- Los bloques de señalización y alarma.
- Breackers de c. d. para la alimentación de algunos circuitos.

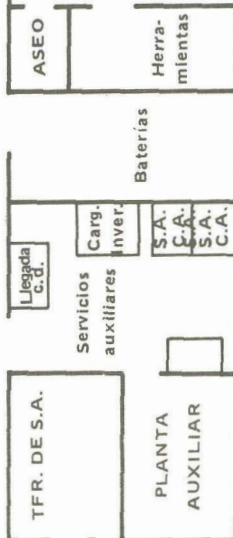


13.2 KV.

H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
S.aux R 11	R 11-R 11	R 11-R 11	R 11-R 11	R 11-R 11	R 11-R 11	R 11-R 11	Llega- da	08	07	06	05	04	em-oc	Potend
em-or	02	03												

(AMPLIACION OTROS GABINETES)

SALON DE GABINETES DE 13.2 KV.



TFR. DE S.A.

Llegada c.d.

Servicios auxiliares

Carg. Inver.

S.A.

C.A.

S.A.

C.A.

Baterías

Herra- mientas

ASEO

SALA DE CONTROL

PANELES DE RELES					TABLERO DE MANDO				
RA5	KA5	RA4	KA4	RA3	KA3	RA2	KA2	RA1	KA1

EQUIPO MEDIDA

MA1	MA2	MA3	Comu- nica- ción.
-----	-----	-----	-------------------

WC

WC

COCINA.

OFICINA

EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN	
DEPARTAMENTO SUBESTACIONES Y LINEAS	
SUBESTACION ZAMORA - VISTA EN PLANTA DE LA CASA DE MANDO Y CONTROL.	
EFECTUO: L. F. V. H.	ESCALA:
REVISO: I. E. L. C. S. O.	Nº. 3
DIBUJO: C. A. D.	FECHA: JUNIO /82

GRAFICO 14

1. Mímico de la Subestación:

El mímico de la subestación abarca los 5 módulos, distribuidos de la siguiente forma :

- **Módulo —1—:** Corresponde a la interconexión Bello. Contiene las perillas de accionamiento de los seccionadores de línea y de barras, y la del interruptor; las perillas están provistas de una lámpara de discrepancia, la cual permanece encendida cuando la posición real del elemento no corresponde a la indicada por la perilla. El seccionador de tierra no tiene mando desde el tablero; su accionamiento se hace desde el sitio en el patio.
- **Módulo —2—:** Corresponde a la interconexión Castilla. Es semejante al módulo —1—
- **Módulo —3—:** Contiene las perillas de accionamiento del seccionador e interruptor del transformador.
- **Módulo —4—:** Contiene las perillas de accionamiento de los seccionadores e interruptores del circuito de 44 Kv.
- **Módulo —5—:** Contiene las perillas del accionamiento del interruptor general de 13.2 Kv. y los de todos los interruptores correspondientes a los circuitos de distribución.

2. Descripción de cada Módulo:

En los módulos se encuentran también los instrumentos de medida y los bloques de señalización de alarmas. Veamos lo que contiene cada uno de ellos:

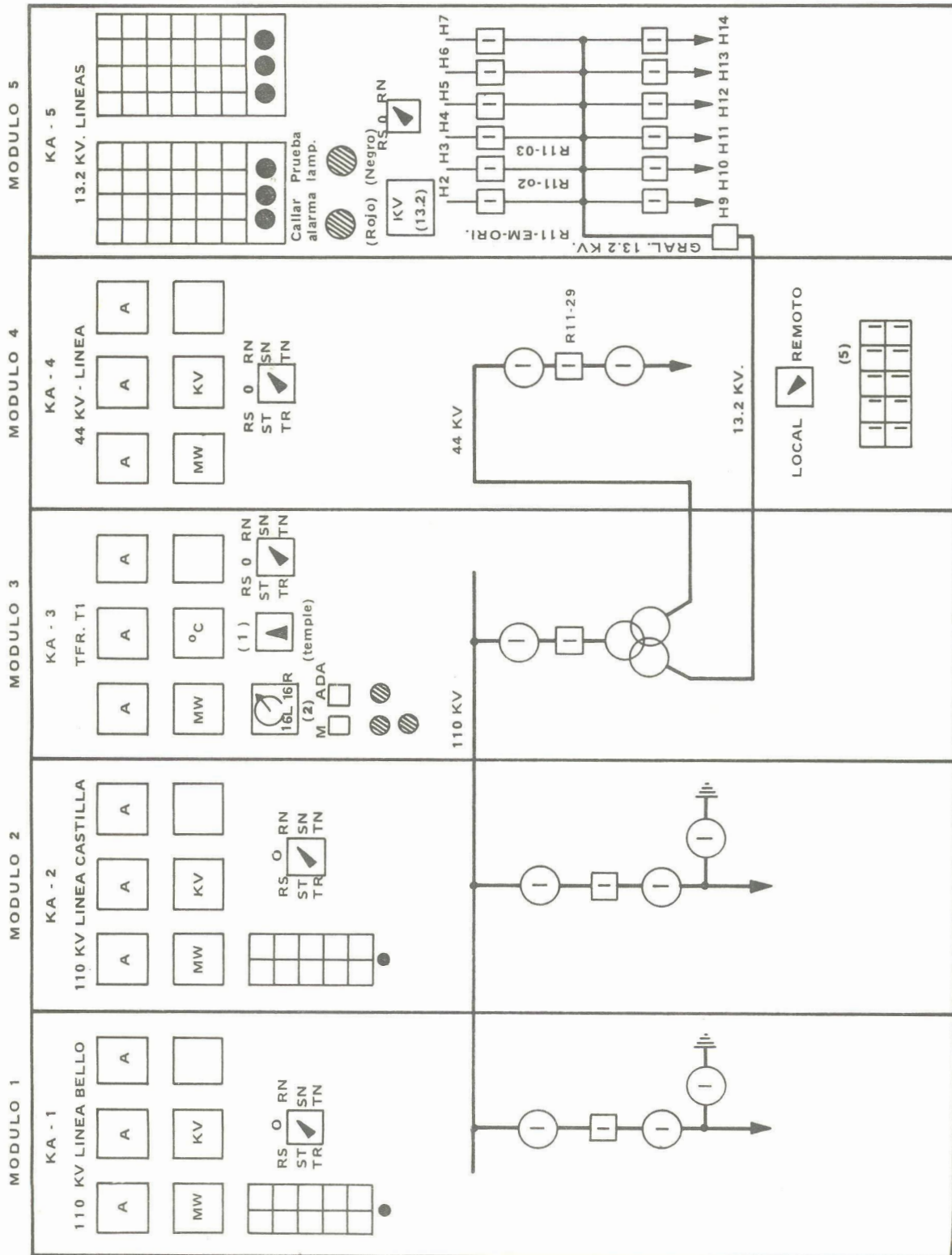
- **Módulo —1—:** En el módulo —1— se encuentra lo siguiente :
 - * 3 Amperímetros, uno por fase. Censan la carga por la interconexión Bello. Están conectados a un secundario del transformador de corriente de la línea Bello.
 - * 1 Megavatímetro, el cual censa la potencia activa consumida en el circuito.
 - * 1 Kilovoltímetro, el cual indica la tensión entre líneas en la interconexión Bello; está conectado a un secundario del transformador de potencia de la interconexión Bello.
 - * 1 Cosenofímetro, el cual indica el factor de potencia entre la tensión línea - línea y la corriente de línea.
 - * 1 Perilla selectora para la lectura del voltaje, la cual permite chequear el voltaje entre líneas y entre línea y tierra.
 - * El bloque de señalización de alarmas del relé de distancia de la interconexión Bello. En éste bloque se indica la falla que ocasionó la operación del relé; la interpretación de la señal aparecida es como sigue:

Bloque de la señal	Quiere decir:
D	Disparo
E	Tierra
R	Falla fase R
S	Falla fase S
T	Falla fase T
W	Recierre
Δ	Corto Tritásico cerca del relé
2	Corto en zona 2 del relé
3	Corto en zona 3 del relé
H	Protección por carrier

El bloque viene provisto de un botón de reposición desde el cual se borra la señal una vez se haya identificado.

- **Módulo –2–:** Contiene los mismos elementos antes mencionados, pero referidos a la interconexión Castilla. Las señales de voltaje y corriente para el equipo de medida y protección se toman de los secundarios de los transformadores de potencial y de corriente de la interconexión mencionada.
- **Módulo –3–:** Contiene el equipo de medida del transformador y del cambiador de derivaciones, lo mismo que las perillas para su accionamiento desde el tablero.
 - * 3 Amperímetros, uno por fase. Censan la corriente por el lado de alta del transformador, están conectados de un secundario del transformador de corriente.
 - * 1 Megavatímetro, el cual censa la potencia activa entregada por el transformador.
 - * 1 termómetro, el cual censa la temperatura de cada devanado del transformador. Está provisto de una perilla selectora para chequear la temperatura de los devanados de 110 Kv., 44 Kv. y 13.2 Kv.
 - * 1 Kilovoltímetro, donde puede leerse la tensión entre fases y entre fases y tierra. Está provisto de una perilla selectora, desde donde se efectúa la ecogencia de la lectura.
 - * 1 Tablero para la señalización de la posición del cambiador. La operación manual o automática del cambiador puede escogerse colocando la perilla de mando en una posición u otra. Si se escoge una operación manual, para subir o bajar la tensión por el lado de 13,2 Kv., se hace uso de la perilla de la derecha de la anterior; basta con girarla hacia un lado u otro y la tensión subirá y bajará respecto de la anterior.
 - * 2 lámparas de señalización, marcadas como “guarda motor abierto” (color rojo) y “guarda motor marcha” (color verde). Debajo de éstos se encuentra un pulsador (color rojo) llamado “guarda motor cerrado”.

La señal de “guarda motor cerrado” indicará la falta de alimentación para el motor del cambiador, debida a la protección de la línea. La segunda señal indica la posición en servicio del motor. Presionando el pulsador “guarda motor cerrado”, se repone la alimentación al motor del cambiador.


 TABLERO DE MANDO
 GRAFICO 15

— **Módulo —4—:** Contiene el equipo de medida del circuito de 44 Kv. y en la parte inferior, unos breaker de corriente directa.

- * 3 Amperímetros, 1 por fase. Censan la carga del circuito de 44 Kv. Están conectados de un secundario del transformador de corriente.
- * 1 Megavatímetro, el cual censa la potencia activa consumida por el circuito de 44 Kv.
- * 1 Kilovoltímetro, provisto de una perilla selectora para registrar las lecturas de tensión entre fases, y entre fases y tierra.
- * 1 Cosenofímetro, el cual registra el factor de potencia entre la tensión y corriente del circuito de 44 Kv.
- * En la parte inferior se hallan unos breaker de c.d., los cuales alimentan el equipo que gobierna a todos los elementos en la Subestación. Si alguno de estos breaker está abierto, se pierde el control o la protección del elemento correspondiente. Los breaker, de izquierda a derecha, corresponden a los siguientes servicios:

Fila Superior:	Maniobra 115 Kv Maniobra 44 Kv Maniobra 13.2 Kv Protección Bello Protección Castilla
----------------	--

Fila Inferior	Protección 44 Kv Protección gabinetes 1 a 6 Protección gabinetes 1 a 12 Protección transformador Pánel anuncia fallas.
---------------	--

B. Páneles de Relés y medida (Observe las figuras 14 y 17)

La figura 17 muestra una vista frontal del conjunto de páneles de relés. Están numerados de derecha a izquierda del pánel 1 al pánel 5. Veámos el contenido de cada uno de estos páneles:

- **Pánel —1— :** Contiene la protección de distancia de la interconexión Bello y el equipo de recierre de la línea; en la parte inferior, tiene unos relés auxiliares para la operación del conjunto.
- **Pánel —2— :** Contiene el mismo equipo mencionado en el caso anterior, correspondiente a la interconexión Castilla.
- **Pánel —3—:** Contiene el equipo de protección y control del transformador. Está compuesto por 4 compartimentos, así:
 - * **Compartimento —1—:** Contiene el equipo de la protección diferencial del transformador.

DISPARO PROTECCION T1	GAS BUCCHOLTZ T1	PROTECCION LINEAS 13.2 KV.	PROTECCION LINEA 44 KV.
NIVEL ACEITE TRANSFORMADOR MINIMO/MAXIMO	TEMPERATURA ACEITE	PROTECCION BARRAS 13.2 KV.	DETECCION DE TIERRA 44 KV.
NIVEL ACEITE CAMBIADOR MINIMO/MAXIMO		BAJA TENSION 13.2 KV.	FALTA TENSION P.T. 44 KV.
		BAJA FRECUENCIA 13.2 KV.	RECIERRE 44 KV.
PROTECCION SOBRECORRIENTE TRANSFORMADOR	PROTECCION DIFERENCIAL TFR.	FALTA TENSION P.T. 13.2 KV.	DISPARO DEFINITIVO 13.2 KV.

FALTA TENSION C. C.	FALTA TENSION C. A.	DISPARO RELE DISTANCIA CASTILLA 110 KV.	DISPARO RELE DISTANCIA CASTILLA 110 KV.
FALLA EN LA ALIMENTACION C. C.	TIERRA C. C.	INICIO RELE DISTANCIA BELLO-110 KV.	INICIO RELE DISTANCIA CASTILLA 110KV.
FALLA CARGADOR	BAJA TENSION C.C.	FALTA TENSION P.T. BELLO 110 KV.	FALTA TENSION P.T. CASTILLA 110 KV.
FALLA RELES S / C T1 Y 44 KV	FALLA RELES S / C LINEAS 13.2 KV.		
		FALTA TENSION P.T. BARRAS 110 K.V.	



GRAFICO 16
EQUIPOS ANUNCIADOR

- * Compartimento —2— : Contiene el equipo de la protección de sobrecorriente.
- * Compartimento —3—: Contiene el equipo de guardia del transformador, consistente en las siguientes protecciones: temperatura aceite disparo; relé Buccholz disparo; relé protección caja interruptores conmutador bajo carga y válvula de seguridad disparo. La operación de una cualquiera de estas protecciones ocasiona la apertura del transformador por los tres lados. Cuando esto ocurra cerciórese de que los interruptores de 110, 44 y 13.2 Kv están abiertos; si no lo están, ábralos. Informe al Despacho de lo ocurrido. La señal en el relé no desaparece hasta tanto no se despeje la falla que ocasionó la apertura del transformador.
- * Compartimento —4—: Contiene el equipo de protección para el regulador automático de tensión..
- **Pánel —4—:** Contiene el equipo de la instalación de 44 Kv.; consta de 3 compartimentos a saber:
 - * Compartimento —1—: Contiene la protección de sobrecorriente de la instalación.
 - * Compartimento —2—: Contiene el equipo de recierre de la instalación; está provisto de una perilla desde la cual se conecta o desconecta el recierre; bajo la responsabilidad exclusiva de los Ingenieros de Protecciones. En caso de estar conectado, si opera el recierre, debe borrar la señal aparecida en el relé correspondiente.
 - * Compartimento —3—: Contiene el equipo detector de tierra, cuyas señales en los relés debe usted borrar una vez opere y se identifique la falla.
En la parte inferior se hallan los contadores de potencia activa y reactiva del circuito.
- **Pánel —5—:** Contiene en el primer compartimento un equipo que anuncia cuando el destello de las lámparas de señalización ha permanecido más de un tiempo determinado; el equipo pone en funcionamiento únicamente la corneta; y saca una banderita. Cuando ésto ocurra, coloque en posición correcta todas las perillas de mando del tablero de control; calle la corneta y borre la bandera del relé.

El resto del equipo se utiliza en la señalización, control y protección de todos los páneles.

Los contadores de energía eléctrica (equipo de medida) se ilustran en las figuras 14 y 18. En ellas se indica la correspondencia entre el circuito y el contador, así como el gabinete de 13.2 Kv. en que se encuentra el interruptor.

PANEL 5	PANEL 4	PANEL 3	PANEL 2	PANEL 1
RA 5 13.2 KV. LINEAS Y ALARMAS EQUIPO DE DESTELLO EQUIPO SEÑALIZACION EQUIPO SEÑALIZACION EQUIPO SEÑALIZACION	RA - 4 44 KV. LINEA PROTECCION S/C EQUIPO DE RECIERRE DETECTOR DE TIERRA KWH KWH RII - 29	RA - 3 TRAFIO TL PROTECCION DIF. PROTECCION S/C. PROTECCION GUARDIA REG. AUTOMAT. DE TENSION	RA - 2 110 KV. LINEA CASTILLA B. B. T Y L. LH1W 120V, 5A PROTECCION DISTANCIA B. B. CWB EQUIPO DE RECIERRE RELES AUXILIARES	RA - 1 110 KV. LINEA BEL B. B. T Y L. LH1W 120V, 5A PROTECCION DISTANCIA B. B. CWB EQUIPO DE RECIERRE RELES AUXILIARES

FIGURA 17
PANELES DE RELES

C. Gabinetes de 13.2 Kv. (Observe las figuras 14 y 19).

La Fig. 14 ilustra la localización física de los gabinetes de 13.2Kv. Son 15, numerados de izquierda a derecha comenzando con el gabinete de servicio auxiliares y terminando con el de potenciales. Observe en la figura la localización de los distintos gabinetes: Servicios Auxiliares, llegada, potenciales y circuitos de distribución.

La figura 19 muestra una vista frontal de los distintos gabinetes.

1. Modelo —1—: Corresponde al gabinete de Servicios Auxiliares. En su parte superior contiene:

- Compartimento donde se localiza el equipo de recierre de los gabinetes H₂, H₃, H₄, H₅, H₆, H₇.
- Un amperímetro provisto de una perilla selectora que permite leer la carga por cada fase.
- Dos lámparas, que sirven para indicar la posición de abierto (verde) y cerrado (amarillo) del seccionador.

En la parte inferior se encuentra el mando del seccionador, el cual se hace a través de una palanca auxiliar. La posición del seccionador también está indicada por una señal de abierto o cerrado en este mando.

En la parte anterior del gabinete se hallan 3 transformadores de corriente, uno por cada fase, los cuales alimentan el equipo de medida y las protecciones. El contador de este circuito y los de todos los demás, se hallan en los gabinetes del equipo de medida (Figura 18); la señal de corriente es tomada de los transformadores de corriente de este gabinete, y la de voltaje, del transformador de tensión del gabinete de potenciales (gabinete 15).

2. Modelo —2—: El modelo 2 corresponde a los gabinetes H₂, H₇, H₉, H₁₄. Se ilustra el H₂: R11—EMERG. ORIEN. corresponde a un gabinete típico que alberga el interruptor de un circuito de distribución. Este gabinete contiene:

- En la parte superior se encuentra el conjunto de relés de la protección de sobrecorriente y corto circuito, la cual será provista de unos relés de señalización, señales que hay que borrar una vez opere la protección y se identifique la falla.
- Un amperímetro el cual censa la carga del circuito. El amperímetro y el contador correspondiente (figura 18) reciben la señal de corriente de los transformadores de corriente interna al gabinete.
- Perilla selectora para el amperímetro anterior, que permite leer la carga por cada una de las fases.
- Perilla de selección del mando del interruptor, la cual permite gobernar el interruptor desde el sitio de su instalación o desde el tablero de control de la propia subestación.
- Perilla para conectar o desconectar el recierre, que se hace únicamente a criterio de los Ingenieros de protección.

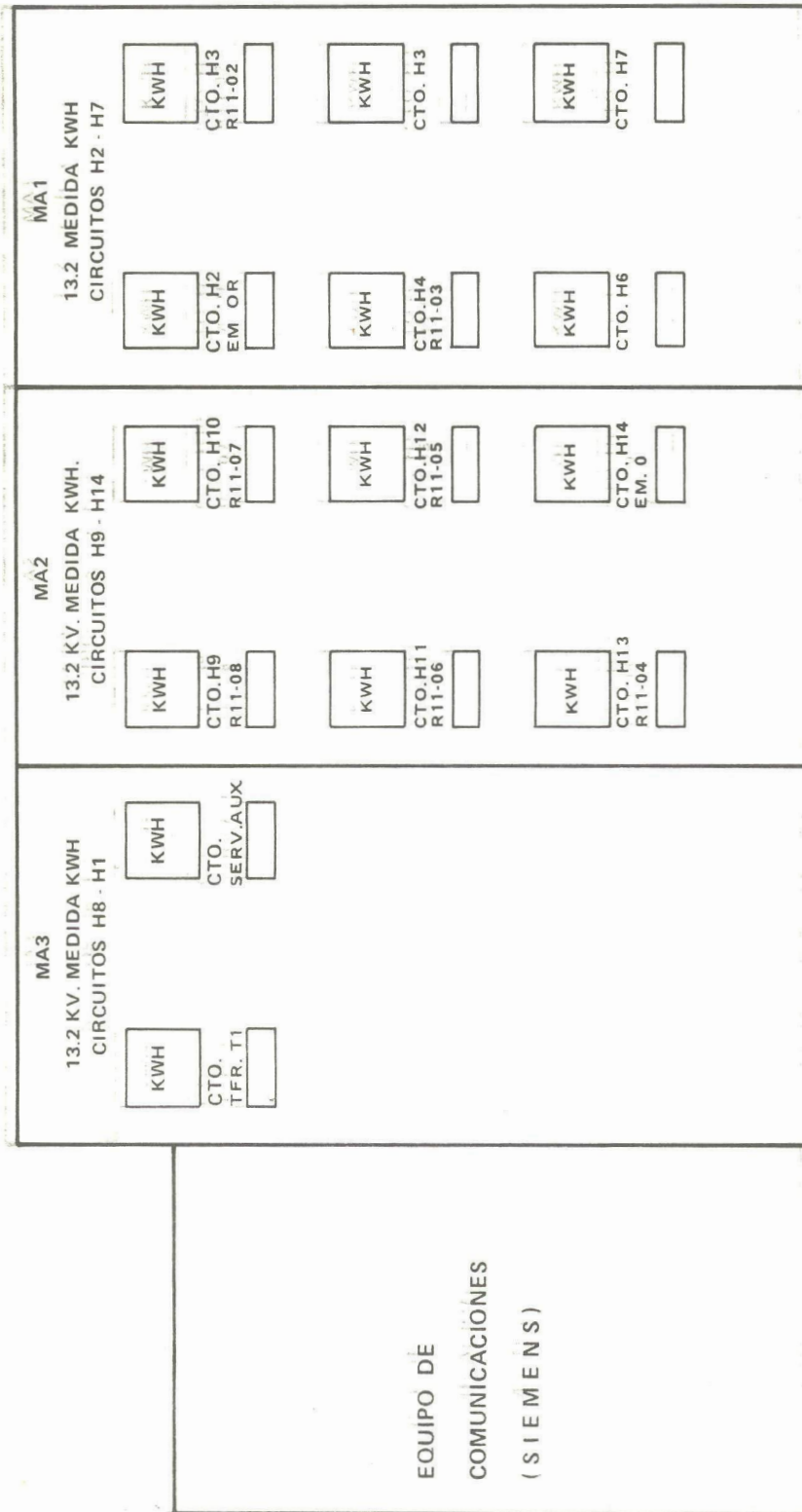


GRAFICO 18
EQUIPO DE MEDIDA

- Perilla para la conexión y desconexión de la protección de bajo voltaje y baja frecuencia, la cual se conecta y desconecta sólo a criterio de los mismos ingenieros.
- Cuatro focos de señalización, los cuales indican la posición del interruptor; sacado, conectado, abierto y cerrado. El interruptor con la toma de corriente continua conectada puede estar desconectado del barraje o conectado a él; y en cualquier caso, puede estar abierto o cerrado; de manera que siempre deberán estar encendidas dos lámparas desconectado - abierto (o cerrado); conectado-abierto (o cerrado).
- Debajo de los 4 focos, se encuentran 2 botones desde los cuales se abre o se cierra eléctricamente el interruptor; para ello es necesario que la toma de corriente esté conectada al mismo.
- En la parte central del gabinete se halla el bloque de mando del interruptor para conectarlo y desconectarlo del barraje. Una vez se introduzca en el gabinete, para conectarlo al barraje haga lo siguiente:
 - * Asegurese de que el interruptor esté abierto.
 - * Conecte la toma de corriente al interruptor
 - * Enchufe la palanca de maniobras al bloque de mando.
 - * Retire el enclavamiento mecánico, moviendo hacia abajo la palanquita de la izquierda del bloque; si no lo hace, no podrá usted girar la palanca de maniobras. Mantenga esa palanquita hacia abajo, hasta que haya comenzado a girar la palanca grande.
 - * Gire la palanca, dándole media vuelta hacia la derecha. En el bloque, frente a usted deberá quedar la raya vertical donde antes de conectarlo había una "O". Verifique esta nueva posición en las lámparas de señalización del gabinete (deberán estar encendidas conectado - abierto).
 - * Retire la palanca y vuélvala a su sitio normal.

Para retirar el interruptor del barraje, asegúrese también de que esté abierto y haga la operación inversa.

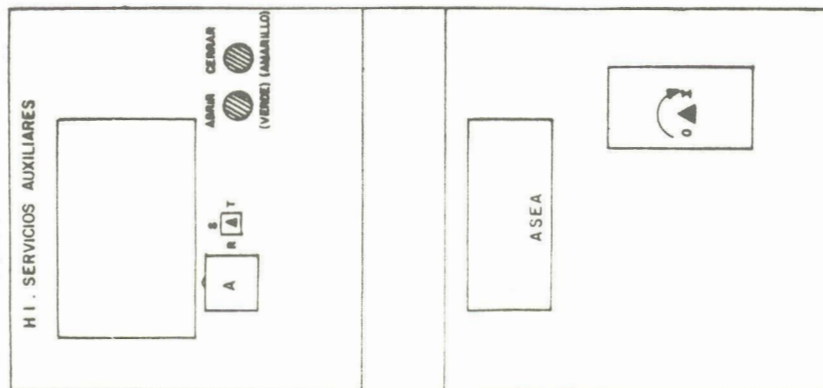
- A la derecha del bloque se halla un botón rojo, llamado "parada emergencia" desde el cual se abre el interruptor en caso de que no de mando del tablero de control ni desde el sitio de su instalación. Sólo abre el interruptor y se usa en caso de emergencia únicamente.

Por la ventanilla del gabinete puede usted verificar la posición del interruptor (abierto o cerrado), observando la señal en la parte frontal del mismo. Se ve también la placa del Interruptor, donde aparecen sus principales características: todos ellos son para una tensión nominal de 24 Kv y una corriente nominal de 1250 Amperios, excepto la de llegada que es para 2500 A.

En casos de extrema urgencia, el interruptor abre desde un botón colocado en el extremo superior izquierdo del mismo. En general nunca dé ninguna orden de apertura o cierre del interruptor con la puerta del gabinete abierta.

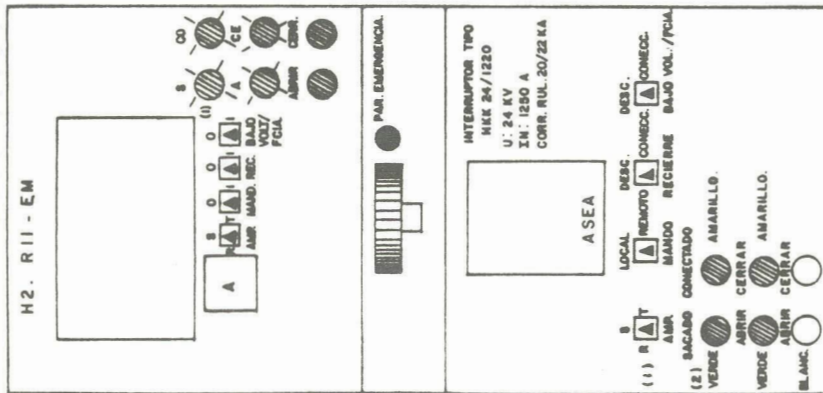
MODELO 1

VISTA FRONTAL - GABINETE - SERVICIOS AUXILIARES.



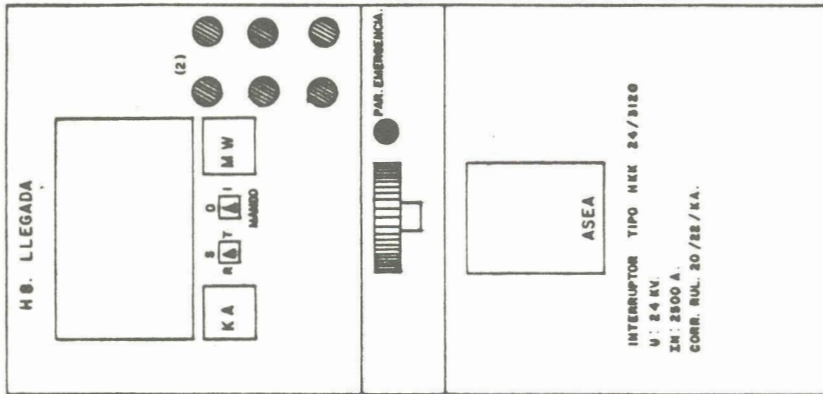
MODELO 2

MODELO PARA GABINETES: H6, H5, H4, H3, H2, H1, H0, H9, H8, H7, H6, H5, H4, H3, H2, H1, H0.



MODELO 3

VISTA FRONTAL - GABINETE - LLEBADA.



MODELO 4

POTENCIALES

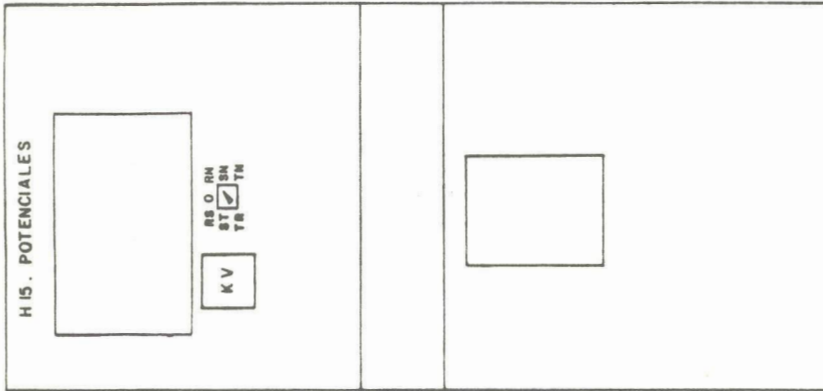


GRAFICO 19

MODELOS DE GABINETES DE 13.2 KV

- Anterior al gabinete, se encuentran los transformadores de corriente, uno por fase, los cuales tienen dos devanados secundarios, uno que alimenta el equipo de medida (amperímetro - contador) y el otro alimenta la protección de sobrecorriente.

3 Modelo —3—: El modelo —3— corresponde al gabinete de llegada del transformador. Este gabinete contiene:

- En la parte superior contiene los relés de recierre de los interruptores localizados en los gabinetes $H_9 - H_{14}$.
- Un amperímetro, el cual censa la carga por el lado de baja del transformador. El amperímetro está conectado de un secundario del transformador de corriente interna al gabinete. Su relación de transformación es de 2500/5 A.
- El amperímetro está provisto de una perilla que permite leer la carga del circuito por cada una de sus fases.
- El gabinete también está provisto de una perilla que permite seleccionar el mando del interruptor, bien sea desde el tablero de mando o desde el sitio de su instalación.
- El gabinete también está provisto de un vatímetro, colocado al frente del mismo.
- El gabinete posee también los mismos 4 focos ya mencionados en el modelo 2, y los mismos 2 botones para abrir y cerrar el interruptor desde el sitio.
- Los transformadores de corriente del circuito son de relación 2500/5/5 A. de doble devanado secundario, los cuales alimentan el equipo de medida (amperímetro, vatímetro y contador) y la protección diferencial del transformador.

4. Modelo —4—: Ilustra el gabinete de potenciales de 13.2 Kv. Este gabinete contiene:

- En la parte superior se halla el equipo de protección diferencial de barras, de baja tensión y de baja frecuencia.
- En la parte central, posee un voltímetro, el cual detecta la tensión en el barraje de 13.2 Kv. Este voltímetro está provisto de una perilla selectora, la cual permite hacer la lectura entre fases y entre fase y tierra.

R E S U M E N

Los paneles o cuadros de mando permiten el accionamiento y vigilancia de los elementos de la instalación.

Los paneles pueden ser de mando directo, a distancia por medio mecánico o eléctrico y con unidades acopladas.

Los puestos de mando se pueden disponer en forma de cuadro, panel con pupitre adosado o separado.

Los aparatos principales del mando y control deben ser de buen tamaño con escalas bien legibles, los instrumentos de las fases deben estar en fila para observar con facilidad los desequilibrios.

Los relés de protección y los contadores como no requieren vigilancia permanente se montan generalmente en paneles suplementarios con señales acústicas y no están a la vista desde el módulo de control o mando.

B I B L I O G R A F I A

CASTEL FRANCH, GIUSEPPE, Instalaciones Eléctricas, Barcelona, Editorial Gustavo Gili

DONALD G. FINK, H. WAYBE BEATY; JOHN M. CARROL. Manual Práctico de Electricidad para Ingenieros (I - II - III), 1a. ed. Barcelona, Editorial Reverté.

GENERAL ELECTRIC SF₆ Circuit Breakers, Type FG1. SF Switchgear for Transmission, pl 9.

GERIN, MERLIN Disyuntores FA de Autosoplado de SF₆. 72.5 a 765 Kv.

NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION. Interruptores de alta tensión para corriente alterna. (SG4 — 1968 R 1973).
Interruptores de potencia de baja tensión (SG3 — 1971).

RAMIREZ, JOSE. Estaciones de Transformación y Distribución. Protección de sistemas Eléctricos, Enciclopedia CEAC de Electricidad, 1a. ed. Barcelona, octubre 1972.

THE INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERS. Cierra Circuitos Automáticos para Sistemas de Corriente Alterna. (IEEE 437 — 1974)

Interruptores de Alta Tensión para Corrientes Alternas (IEEE 417 — 1973, ANSI C37.079 — 1973).

Conjunto de Interruptores de Potencia y Conmutadores para corriente Alterna de Baja tensión (ANSI C37 — 19 — 1963).

WESTINGHOUSE, Interruptores de Gas SF Monopresión. Mando Tripolar. Monocámara. Madrid 1980

